

REMARKS/ARGUMENTS

Description of amendments

Claims 1 and 4-30 are now pending and under examination. Applicant has amended claims 1, 4, 6, 8, 15-24, 26, 27, 29 and 30, rewritten claims 15, 18, 20, 23, 24, 26, and 27 in independent form, and cancelled claims 2 and 3. No new matter has been added.

Allowed and allowable claims

Applicant appreciates that the Examiner has indicated claims 8-10 would be allowable if they are rewritten to overcome the rejection under 35 U.S.C. §112, second paragraph. Allowable claims 8-10 have been rewritten to overcome the rejection under 35 U.S.C. §112, second paragraph. Accordingly, claims 8-10 are in allowable form.

Rejection under 35 U.S.C. §112, first paragraph

Claims 1-7 and 11-30 were rejected under 35 U.S.C. §112, first paragraph, as containing subject matter which was not described in the specification as originally filed. Specifically, the Examiner contended that the specification does not teach the upper limit (592 Hv) of surface hardness recited in claims 1 and 6 and the upper limit (95 nm) of thickness recited in claims 3 and 4.

Applicants respectfully submit that the upper limit (592 Hv) of surface hardness is disclosed on page 25 of the specification (see example 6 of Table 1) and that the upper limit (95 nm) of thickness is disclosed on page 38 (see example 38 of Table 5) and page 42 (see example 38 of Table 6).

Rejection under 35 U.S.C. §112, second paragraph

Claims 1-30 were rejected under 35 U.S.C. §112, second paragraph, as being indefinite for failing to particularly point out and distinctly claim the subject matter which Applicant regards as the invention.

Regarding claims 1, 6, and 8, the Examiner contended that the word "type" is indefinite. In response, Applicants have replaced the word "type" with the word "phase." The titanium alloys recited in the claims are well known to a person with ordinary skill in the art. For example, the Attachment, including a widely available lecture note published by Japan Institute of Metals and its English translation, provides a detailed description of these titanium alloys.

Regarding the term "rolling elements" in claims 17-26 and 29, Applicants have amended the claims to make clear whether the term is a reference to all rolling elements or to a single rolling element, thereby overcoming the rejection.

Claim objection

Regarding the objection to claim 29, Applicants have amended claim 29 so that it no longer depends from claim 19.

Rejections under 35 U.S.C. §§102 and 103(a)

Claims 1, 2, 5, 11-14, 17, 22, and 29 were rejected under 35 U.S.C. §102(a and e) as being anticipated by Ueda (U.S. Patent 6,250,812). Claims 1, 5, 11-13, 17, and 29 were rejected under 35 U.S.C. §103(a) as being unpatentable over Takagi (JP 11-153140).

The rejections are moot in view of the claim amendments set forth above in AMENDMENTS TO THE CLAIMS. The rejection of claim 1 is moot because it has been amended to incorporate the subject matter of claim 3, which was not rejected as anticipated or obvious. Claim 2 has been cancelled. Claims 5, 11-14 and 17 depend from amended claim 1. Claim 22 depends from claim 20, which was not rejected as anticipated or obvious. Finally, claim 29 now depends from patentable claims. Therefore, the rejected claims are neither anticipated nor rendered obvious by the cited references.

In light of the foregoing remarks, this application is considered to be in condition for allowance, and early passage of this case to issue is respectfully

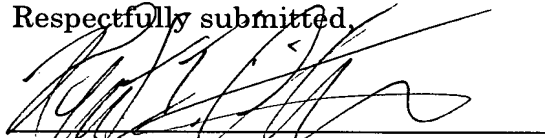
Application No. 10/069,076
Reply dated May 18, 2004
Response to Office Action dated January 13, 2004

requested. If there are any questions regarding this amendment or the application in general, a telephone call to the undersigned would be appreciated since this should expedite the prosecution of the application for all concerned.

If necessary to effect a timely response, this paper should be considered as a petition for an Extension of Time sufficient to effect a timely response, and please charge any deficiency in fees or credit any overpayments to Deposit Account No. 05-1323 (CAM #038921.50926US).

May 18, 2004

Respectfully submitted,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Herbert I. Cantor', written over a horizontal line.

Herbert I. Cantor

Registration No. 24,392

CROWELL & MORING LLP
Intellectual Property Group
P.O. Box 14300
Washington, DC 20044-4300
Telephone No.: (202) 624-2500
Facsimile No.: (202) 628-8844
HIC:SZ:tlm (038921.50926US; 318810)

Attachment

- Material [I]

講座・現代の金属学 材料編 5

Lecture: Modern Metallurgy Material Chapter 5

非鉄材料

Non-Ferrous Material

BEST AVAILABLE COPY

日本精工技術図書室



000093250

日本金属学会

The Japan Institute of Metals

性が低下するといわれるが、 $\alpha+\beta$ 型合金として最も広く使用される Ti-6Al-4V 合金は溶接性が比較的良好である。

チタンの製造は高融点であることに加えて極めて活性であるため、装置や技術面でか酷な条件が要求され、他の金属材料に比べると普及度は低い。溶解では消耗電極アーク溶解法や電子ビーム溶解法が用いられ、溶湯と同一組成のチタンで内張りされた傾注式水冷銅るつぼ内でスカル(skull)溶解する。鋳造には黒鉛系が多く使用される。チタンの鋳造には未だ問題点も多く残されており、また粉末冶金と鋳造関係にある。

CPチタンの切削性はほぼオーステナイト系ステンレス鋼と同等、またチタン合金においてもステンレス鋼の 1/2H 材と同程度である。しかし熱伝導率が低く、単位体積当たりの比熱も小さいので過熱され易く、工具の損耗には注意が必要である。

7-3 チタン合金

チタンに合金元素を添加すると、元素の種類により α/β 変態温度が変動し、また変態温度に幅を生じて $\alpha+\beta$ 相領域が出現するようになる。これらのうち、変態点を上昇さ

せて α 相領域を拡大する合金元素を α 相安定化元素、逆に変態点を下降させて β 相領域を拡大するものを β 相安定化元素、その何れにも属さないものを中性的元素と称している。この分類を図 7-10 に模式的に示す。中性型には状態図全域にわたって α も β も全率固溶体を形成する場合 (Hf, Zr) と、固溶度に制限を生じる場合 (Sn) がある。 β 相安定型には変態点が下降するだけのもの (Nb, Ta, V) と、共析変態を生じるもの (Cr, Fe, Mo, W) とあり、また何れも β Ti と全率固溶体を形成するもの (Nb, V, Cr, Mo, W) とそうではないものがある。

これらの添加元素を組み合わせる各種合金が開発されているが、常温における構成相の種類に応じて α チタン合金、 $\alpha+\beta$ チタン合金、および β チタン合金に大別される。

7-3-1 α チタン合金

(1) 侵入型 α 合金

チタンに対し侵入型に固溶して α 相を広い領域にわたり安定化する元素は酸素と窒素である。図 7-11、図 7-12 にそれぞれ Ti-O 系および Ti-N 系平衡状態図を示す。酸素

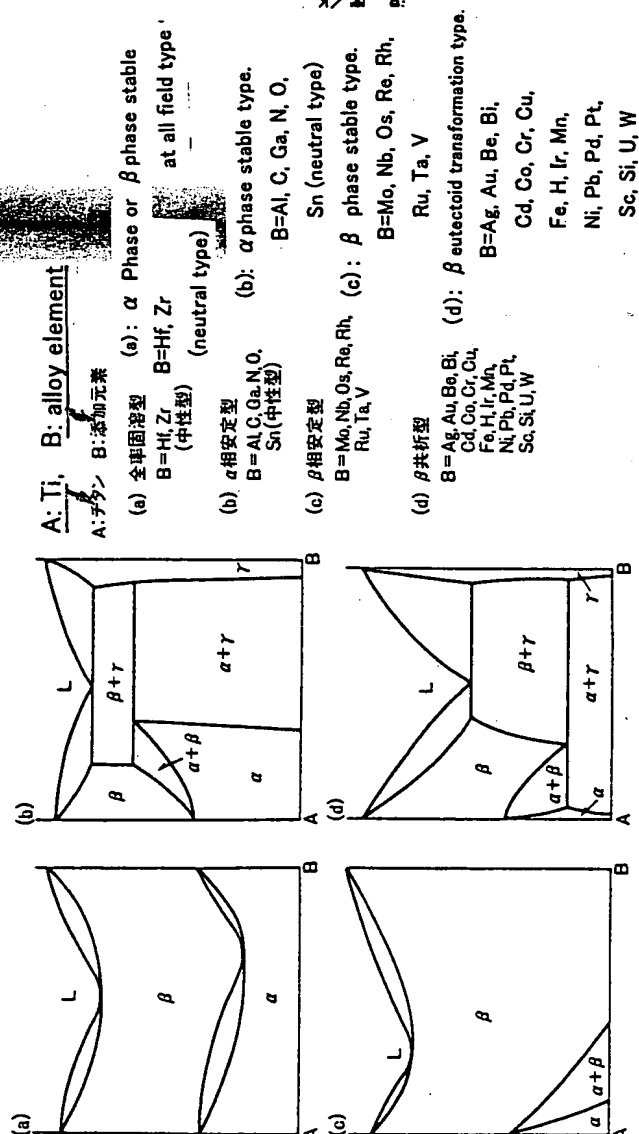


図 7-11 Ti-O 系平衡状態図

Fig 7-10 the classifications of Ti alloy equilibrium diagram

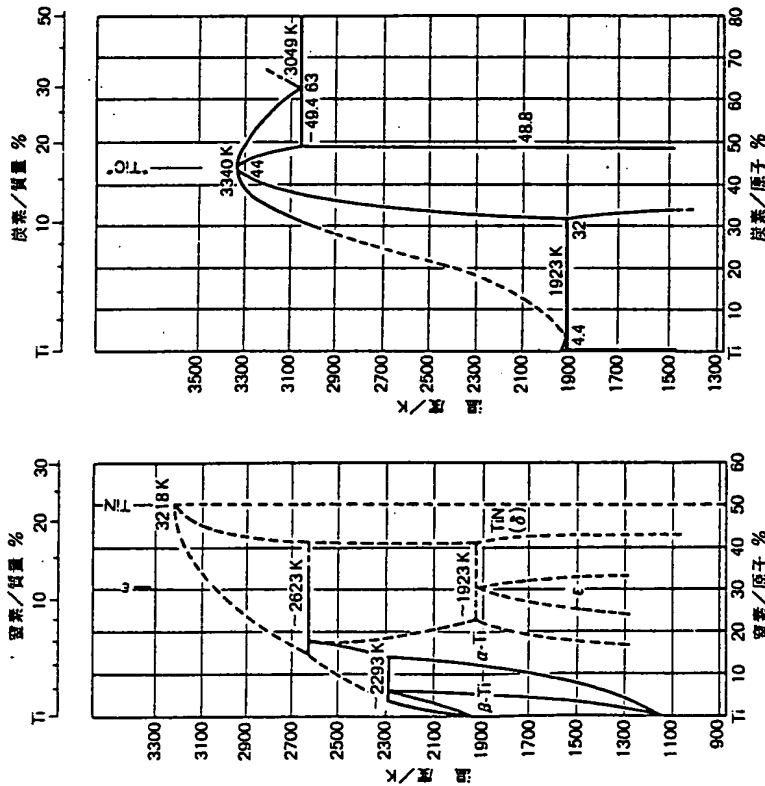


図 7-12 Ti-N 系平衡状態図

図 7-13 Ti-C 系平衡状態図

も α 相安定化侵入型元素であるが固溶範囲は狭い。 α 相安定化型ではないが、やはり侵入型に固溶するものに水素がある。図 7-13、図 7-14 にそれぞれ Ti-C 系および Ti-H 系平衡状態図を示す[†]。

もともとチタンは活性な金属であり、侵入型元素とも反応し易く、それにより機械的性質も強い影響を受ける。このため工業規格においては各国とも不純物含有量によりグレードを規定し、品質の管理に細心の注意を払っている。表 7-2 は各国の CP チタンの規格を示す。例えばわが国の JIS においては、主として O と Fe の含有量により JIS 1~3 種に区分され、不純物の多いほど強さが増大する。従って室温付近で使用され、かつ強度も要求される場合には、酸素を不純分とは考えずに合金元素として扱い、酸素量の多いグレード

[†] これらの状態図は研究者により細部について差異があり、これは用いた試料の純度に起因するとされている。

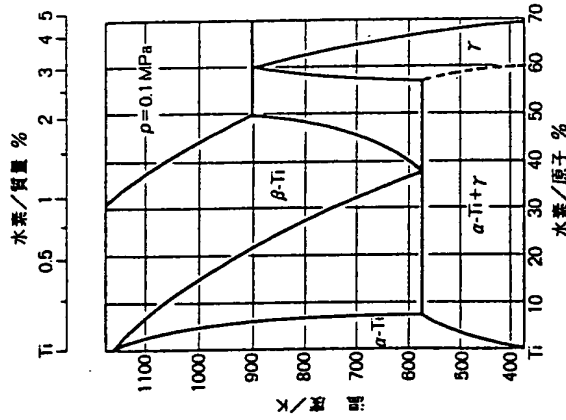


図 7-14 Ti-H 系平衡状態図

ドのものが適用される。逆に極低温のじん性などは侵入型不純物量が増えると低下するので、特にじん性を保障するために JIS とは別に高純度の ELI 級チタン (extra low interstitials の略) が用いられ、合金の場合にも素材地金として利用されている。

(2) 置換型 α 合金

置換型固溶元素の中、 α 相安定化元素は実用的には Al のみであるが、 α 相領域内で固溶元素の耐力に対する影響を調べた結果を図 7-15 に示す^(a)。いずれも固溶強化が認められるが、特に Al の効果が顕著である。それゆえ実用 α 合金は Ti-Al をベースとして開発が図られた。図 7-16 に Ti-Al 系平衡状態図を示す[†]。Al 添加により α 相領域が拡大し、室温強度も上昇する。しかし Al 量が約 7 質量% 以上になると DO₁₉ 型 hcp 規則相 Ti₃Al (α_2 相) が出現し、じん性が劣化する。これを選避するため実用合金においては、 β 相安定化元素や中性的元素をさらに添加し、Ti₃Al を生じることなく Al をなるべく多量に含有させようとしている。その代表的 α チタン合金は Ti-5Al-2.5Sn 合金で、この合金の特徴は高温強度、高温クリープ特性に優れることである。さらにこの合金の ELI 材は $\alpha+\beta$ 合金や β 合金の ELI 材と比較すると、極低温でのじん性ははるかに優れている。このため磁気浮上列車、超電導発電機などの低温構造材として期待されている。

[†] 研究者により数種の状態図が提案されている。

講座・現代の金属学
材料編集委員会

委員長
和泉修

江島彦	平野賢一
本間基文	井川克也
木村宏	諸住正太郎
西澤泰二	須藤一

Lecture: Modern Metallurgy Material Chapter 5

Non-Ferrous - Material

講座・現代の金属学
材料編第5巻

非鉄材料 定価 2,472円

The 1 st. published: Shouwa 62(1987)年9月18日

The 2 nd. Published :Heisei 5 (1993)年3月1日

昭和62年9月18日 第1刷発行

平成5年3月1日 第2刷発行

社団法人日本金属学会

社団法人日本金属学会

(980)仙台市青葉区荒巻字青葉

電話 (022) 223 - 3 6 8 5

郵便番号 仙台 1 - 5 5 9 2

© 1987

編者

発行所

Edited by The Japan Institute of Metals

Published by The Japan Institute of Metals

印刷 蕭木美術印刷株式会社
発売元 丸善株式会社

Re: U.S. Patent Application S.N. 10/069,076

Your Ref.: 038921.50926US

Our Ref.: NSK-US-138-PCT

Partial Translation of Material[I]

Lecture: Modern Metallurgy Material Chapter 5

Non-Ferrous —Material

Edited by The Japan Institute of Metals

Published by The Japan Institute of Metals

The 1st Edition: September 18, 1987

The 2st Edition: March 1, 1993

p128, l.12 to p.129, l.9

7.3 Ti alloys

If alloy elements are added into Ti element, Ti alloys have two phase field as to $\alpha + \beta$ that have many or variable transformation temperatures to α / β phase.

In these cases, α phase stable alloy elements have enlarged to α phase field by increasing the transformation temperature(α), on the contrary, β phase alloy elements have enlarged to β phase field by decreasing the transformation temperature(β) and neutral alloy elements have not affected to above the transformation temperature.

These classifications of Ti alloy equilibrium diagram is shown schematically to Fig 7-10.

The neutral type Ti alloy making by the neutral alloy elements(Hf, Zr), have a only α Phase or β phase at all field in the Ti alloy equilibrium diagram that is called the all field solid solution type (fig7-10 (a)) and have limitation of solidity (Sn) (fig7-10 (b)).

The β phase stable type Ti alloy have the making by the decreasing to transformation temperature alloy elements(Nb, Ta, V) (fig7-10(c)), and the making by eutectoid transformation alloy (Cr, Fe, Mo, W)(fig7-10(d)). Further, have by the alloy elements (Nb, V, Cr, Mo, W) making both the β phase stable type Ti alloy and all field type in the Ti alloy, and other type.

However, Many Ti- alloys were developed by combining with alloy making elements, the Ti-alloy are classified by Phase composition of the room temperature into α titanium alloy, $\alpha + \beta$ titanium alloy and β titanium alloy.

In the Fig 7-10

- Fig 7-10 the classifications of Ti alloy equilibrium diagram

- A: Ti, B: alloy element
- (a) : α Phase or β phase stable at all field type .
 B=Hf, Zr
 (neutral type)
- (b): α phase stable type.
 B=Al, C, Ga, N, O,
 Sn (neutral type)
- (c) : β phase stable type.
 B=Mo, Nb, Os, Re, Rh,
 Ru, Ta, V
- (d): β eutectoid transformation type.
 B=Ag, Au, Be, Bi,
 Cd, Co, Cr, Cu,
 Fe, H, Ir, Mn,
 Ni, Pb, Pd, Pt,
 Sc, Si, U, W